

# Engine crank rolling equipment, rolling tool and method of rolling adjacent and offset crank pins

Patent Number: US5445003  
 Publication date: 1995-08-29  
 Inventor(s): GOTTSCHALK WILLIAM P [US]; LAUTEN HANS T [US]  
 Applicant(s): HEGENSCHIEDT CORP [US]  
 Requested Patent: EP0661137, B1  
 Application Number: US19940176792 19940103  
 Priority Number(s): US19940176792 19940103  
 IPC Classification: B21K1/08  
 EC Classification: B24B5/42; B24B39/04  
 Equivalents: CA2138899, DE59502019D

## Abstract

Arcuately offset pairs of juxtapositioned pin journals of an internal combustion engine crankshaft have their fillets pressure rolled for fatigue strengthening by opposing inclined rollers carried in cages at the lower ends of a pair of relatively rotatable tool housings supported in a side-by-side relationship by a pair of jaws of floating clamping structure. This structure allows the rollers to follow the crank pin journals as the crankshaft is being turned so that arcuately offset crank pin fillets can be simultaneously pressure worked and strengthened. Opposing roller reaction loads are cancelled at load receiving bearings operatively interposed between the pair of tool housings.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## Description

### BACKGROUND OF THE INVENTION

This invention relates to deep rolling of fillets of engine crankshafts or other annular areas of metallic work pieces subject to operating high stress loads, and more particularly, to a new and improved machine, rolling tool and method to simultaneously deep roll the fillets of arcuately offset, juxtapositioned crank pin journals to increase their fatigue strength and surface layer hardness.

### DESCRIPTION OF RELATED ART

In internal combustion engines such as V-6 engines found in many modern automobiles the left bank of cylinders of the engine block is set slightly forward of the right bank. This cylinder arrangement allows the connecting rods of paired pistons mounted in the cylinders in opposite banks of the engine to be connected side-by-side to adjacent or juxtapositioned journal portions of a common crank pin. To provide for even firing, in which the cylinders fire at 120 degree intervals, the centerline of each such journal portion radiating from the axis of rotation of the crankshaft are arcuately spaced from one another by an included angle of 30 degrees, for example. Other V-block engines with different cylinder arrangements, "V-10" for example, may have a different crank pin journal offset.

Because of crankshaft design and such crank pin journal offset, the crankshaft may be operationally stressed at the crank pin journal fillet areas to such an extent that fillet cracking and crankshaft bending may occur during engine operation to materially decrease crankshaft service life. To improve durability, the crankshaft may be strengthened by increasing crank pin journal diameter and by heat-treating (quenched and tempered) the crankshaft to increase yield and fatigue strength. Fatigue strength and durability of crank pins and main bearing journals can importantly be increased by deep rolling compressive stresses into the metal of the annular fillets between the pin journals and adjacent counterweights or bearing collars.

Furthermore, with downsizing of automotive vehicles and their components for reducing weight and

improving fuel efficiency, smaller engines and crankshafts are needed. Improve fatigue strength and durability of downsized crankshafts, deep rolling of fillets and other critical joint areas is increasingly important with fatigue strength improvements ranging from 20%-150%.

Before the present invention, such fillet rolling of arcuately offset journals of crank pins was difficult and time consuming particularly since the fillets of side-by-side and arcuately offset crank pin journals had to be independently rolled with high-load fillet rolling machines in a time consuming and tedious operation. The side loads resulting from independent rolling could cause the rolling tool to "self center" and move off of the fillet so that desired compressive fillet stresses and fatigue strength were reduced or not obtained.

Examples of equipment, tooling and procedures generally related to the present invention can be found in prior art patents such as U.S. Pat. Nos.: 5,138,859 issued Aug. 18, 1992 for "Method and Apparatus For Smooth Rolling and Deep Rolling Multi-Stroke Crankshafts"; 4,785,537 issued Dec. 4, 1984 for "Machine For the Machining of Crankshafts"; and 4,766,753 issued Aug. 30, 1988 for "Rolling Apparatus For Surface Hardening or Smoothing" all assigned to Wilhelm Hegenscheidt GmbH, Bernhard-Schondorff Platz, D-5140 Erkenlenz, Germany and hereby incorporated by reference.

In contrast to the above identified prior art patent disclosures, the present invention is drawn to new and improved fillet rolling methods, tooling and machinery for the tooling that provides for the new and improved simultaneous deep rolling and fatigue strengthening of the fillets of contiguous arcuately offset crank pin journals and other annuluses.

The upper tooling of this invention comprises side-by-side main housings in which back up rollers are mounted. Secured to the lower or work end of each housing is a cage which carries an angulated or inclined work roller that has rolling contact with a peripheral surface of the back up roller so that loads applied to the housings will be transmitted by the back up roller to the inclined metal working roller and then to the grain structure of metallic fillets of crankshaft pins being deep rolled for fatigue strengthening.

The crankshaft whose pin fillets are being rolled is mounted in a chuck or other work piece holder and driven about its rotational axis by a motor drivingly connected to the chuck so that the work rollers pressure roll the annular fillets of the crank pins.

A caged annular thrust bearing unit operatively mounted between the tool housings maintains their orientation in parallel planes while they are being relatively rotated and turned about the axis of an engine crankshaft. This thrust bearing unit importantly provides structure to accommodate and neutralize the opposing resulting lateral thrust loads generated by the opposing and outwardly inclined rollers during deep rolling operation. With opposing lateral thrust loads being cancelled, the tooling remains on center even though the journal portions of each pin are arcuately offset from one another.

In addition to the upper tooling, a pair of lower support tools is provided, each having two back up rollers that support the pin journals as the work rollers of the upper tooling deep roll the fillets of the crank pins. These back up rollers are strategically located beneath the pin journals to receive rolling loads transmitted through the pin journals so that no appreciable bending loads will be applied to the crankshaft when being rolled.

The upper and lower pairs of tools are respectively supported in parts of upper and lower jaws of "floating" clamping structures, each comprising a pair of levers which are pivotally connected together by an intermediate pivot. Hydraulic power cylinders interconnecting end portions of the clamping levers are operable to generate the working force transmitted through the jaws for the fillet rollers by the powered expansion of the cylinders. To provide for the individual operation of each pair of jaws, the clamping structure is pivotally mounted for "floating operation" by supporting swing arms that swing back and forth or oscillate pendulum fashion during deep rolling operation.

In this invention a new and improved method of fillet rolling of a metallic component, such as a pin journal of a crankshaft, is provided in which arcuately offset annular fillets of side-by-side pin journal portions are simultaneously deep rolled to compressively stress the metal of the fillets and thereby increase the fatigue strength of the component.

It is another feature, object and advantage of this invention to provide a new and improved metal rolling machine comprising pairs of pivotally connected levers with metal working rollers in tooling mounted in clamping jaws of the levers which float around axis of an internal combustion engine crankshaft for simultaneously deep rolling of pairs of offset annular fillets of offset pins of the crankshaft.

Another feature, object and advantage of this invention is to provide new and improved tooling for rolling

annular and arcuately offset work areas such as crankshaft pin journals featuring side-by-side relatively rotatable bearings each having a fillet rolling device mounted thereto so that laterally spaced and arcuately offset fillets can be simultaneously deep rolled and metal worked to improve their fatigue strengths.

These and other features, objects and advantages of this invention will become more apparent from the following detailed description and drawings in which:

## DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 is a schematic front view of a fillet rolling machine illustrating some basic principals of fillet rolling employed in the present invention;

FIG. 1A is an enlarged view of a portion of FIG. 1 showing tooling rolling the fillets of a crank pin journal;

FIG. 1B is a pictorial view of a portion of a crankshaft with connecting rods mounted side-by-side on juxtapositioned pin journals;

FIG. 2 is a schematic view of a portion of the machine of FIG. 1 taken generally along sight lines 2--2 of FIG. 1;

FIG. 3 is a pictorial view of one preferred embodiment of a fillet rolling machine according to this invention;

FIG. 4 is a side view of the fillet rolling machine of FIG. 3;

FIG. 4A is a pictorial view of a portion of a crankshaft for an internal combustion engine having arcuately offset and side-by-side crank pin journals;

FIG. 4B is a diagram of the arcuately offset crank pin journals of FIG. 4A crankshaft;

FIG. 4C is a cross-sectional view taken along sight lines 4c--4c of FIG. 4.

FIG. 5 is an end view with parts broken away of the fillet rolling machine of FIG. 4 as seen from view arrow A of FIG. 4.

FIG. 6 is an enlarged side elevational view of tooling used in the fillet rolling machine of FIGS. 3, 4 and 5;

FIG. 7 is a sectional view of the tooling of FIG. 5 taken along sight lines 7--7 of FIG. 6 but with a portion of the engine crank and back-up lower tooling added;

FIG. 8 is a side elevational view of lower support tooling used for the fillet rolling machine of FIG. 4;

FIG. 8A and 8B are cross-sectional views of the lower support tooling respectively taken along sight lines 8A--8A and 8B--8B of FIG. 8; and

FIG. 9 is a diagram illustrating the rolling of arcuately offset pin fillets according to this invention.

## DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

### Detailed Description

Turning now in greater detail to the drawing, FIGS. 1 and 2 diagrammatically show portions of a metal working machine 10 illustrating some principals of deep roll strengthening of the fillets of crank pins 12 of a crankshaft 14 for an internal combustion engine. The crankshaft has a nose end 16 mounted in a chuck 18 and a flange end 20 supported by a dead point center 22 of the machine. The crankshaft can be selectively and rotatably driven about horizontal axis B by a drive motor 24 supported by a mounting collar 26 on the machine housing and drivingly connected to the chuck by drive shaft 28. Each of the crank pins 12 have side-by-side and coaxial journal portions 30 and 32 (FIG. 1A) providing cylindrical bearings for the connecting rods 34, 36 (FIG. 1B) of opposing pistons in the left and right cylinders of V-block engines.

In view of the fact that the pin journal portions 30, 32 experience high stress loads during engine operation, they are strengthened in various ways such as by increasing pin journal diameters and by deep roll hardening their laterally spaced annular fillets F, F' in which high and concentrated rolling forces are directed to annular fillet areas of the crankshaft. Such rolling produces compressive strengthening stresses.

in the metal of the crankshaft fillets that may, for example, extend to a  of 4 mm.

As illustrated in FIG. 2, this is accomplished in the machine 10 by upper and lower tools 40 and 41 operatively mounted in the facing jaws 42, 43 of a load applying jaw assembly 44 forming a part of the machine and supported for operation by flexible support 45.

The upper tool 40 has a pair of floating rollers 46, 46' of hardened steel or other suitable material which generally turn on oppositely inclined axes "A and A'" to engage and roll the laterally spaced fillets F, F' providing the annular joint areas between the pins and the adjacent counter weights or bearing collars of the crankshaft. The lower tool 41 has arcuately spaced back-up rollers 47 that provide the bearing and support for the crank pins as the crankshaft 14 is being rotatably driven about its axis B and the fillets are being rolled. Rolling pressure is hydraulically applied by the expansion force of a hydraulic cylinder 48 operatively connected between the extending ends 49, 50 of the upper and lower jaw arms 51, 52 pivoted together by a clevis mounted pivot 53 disposed at an intermediate position along the jaw arm lengths. This arrangement provides the mechanical advantage that amplifies the jaw closure force exerted to the jaw assembly by the expansion force of the hydraulic power cylinder 48.

In an automated machine and by virtue of the flexible support 45, the upper and lower jaws and their tools are supported to float around the axis of the orbiting crank pins during rolling. Rolling pressure exerted by the rollers 46, 46' can be increased and decreased by cylinder 48 during rotational drive of the crankshaft by motor 24 to impart concentrated annular residual stress patterns in the metal of the fillets F, F' which are among the most highly stressed cross-sectional areas of the crankshaft in engine operation. The amount of pressure as well as the number of over rolls of the fillets can be preselected to produce an optimized fatigue strength.

Such rolling procedures, tooling and machinery, satisfactory for many crankshaft designs, do not meet higher standards for improved strengthening and for higher volume production of crankshafts 54 having crank pins 55 with arcuately offset and contiguous crank pin journals 56, 58 (FIG. 4A) employed in many modern "V" block engines. To meet such higher standards, the present invention, exemplified in a first preferred embodiment in FIGS. 3 through 9, has been devised.

As shown in the pictorial view of FIG. 3, the side view of FIG. 4 and the end view of FIG. 5, the machine 60 of this invention has a pair of side-by-side uprights 62 and 64 extending upwardly from a base 66 that is adjustably mounted by tongue and groove or other rail construction to a support plate 70. This rail construction and connected power cylinder 72 allows the machine and its tooling to be readily moved into and out of engagement with the arcuately offset pin journals 56, 58 of the crankshaft 54 when loaded into a drive chuck and dead point center as in FIG. 1.

Supported at the top of the uprights 62 and 64 is an elongated transversely extending cylindrical support 74. A pivot shaft 76 extends axially through the cylindrical support 74 and has a terminal end which fixedly supports the ends of right and left hand pairs of swing arms 78, 78' and 80, 80', which depend therefrom. The terminal ends of the swing arms carry support pivots 82 and 84 that respectively pivotally connect to the upper right and left hand jaw arms 88 and 90 that respectively extend between their associated pairs of swing arms. The upper right hand jaw arm 88 is pivotally connected to a lower right hand jaw arm 92 by an intermediate horizontally extending pivot 93. This pivot is supported by clevis 94 whose ears extend upwardly from the lower jaw arm to bracket the upper jaw arm. This construction provides a right hand clamping jaw set or assembly 95. The upper left hand jaw arm 90 is similarly connected by a clevis and pivot pin 96 to a lower left hand jaw arm 97 to provide a left hand jaw set or assembly 98. The right and left jaw arm clevises respectively receive downwardly extending lower portions of the upper jaw arms therebetween so that the upper and lower jaw arms of each pair are co-planar when pivotally connected by pivots 93 and 96 respectively.

The upper and lower jaw arms of each jaw assembly are made from flat metal plate stock and have rearwardly extending portions 100, 102 and 104, 106 that provide connection points for the clevises and pivot pins 108, 110, 112, 114 for right and left hydraulic power cylinders 116, 118. Each power cylinder has a cylinder tube in which a piston 120 or 122 is operatively mounted. Controls 123 controls the supply and exhaust of pressure fluid to the cylinders below and above the pistons to effect the expansion and contraction strokes of the cylinders so that the forwardly extending jaws 124, 126 and 128, 130 of the right and left hand pairs of jaw arms respectively close or open. For example, by supplying pressure fluid to the pressure chambers above the pistons and exhausting fluid from the chambers beneath the pistons, the cylinders and pistons contract to turn the jaw arms on pivots 93 and 96 so that the jaws move to an open position apart from one another. This enables the tooling to be moved into working position with the crank pin journals 56, 58 or the crank removed from the tooling.

FIG. 4C illustrates a retaining arrangement to maintain the relatively movable upper jaw arms 88, 90 in a parallel and laterally fixed relationship with respect to one another. The arrangement includes a cylindrically headed spacer element 111 having a cylindrical shank 111' extending axially through a corresponding close fit opening 113 in upper left hand arm 90 and through a large dimensioned opening 117 in the right hand upper arm 88. Secured by threaded fasteners to the upper arm 88 around the opening are inboard and outboard brass wear rings 121, 121'.

An enlarged annular washer 125 secured to the outboard end of the retainer shank by a through bolt 133 has sliding contact with the outer brass ring.

The upper jaw 124, 128 of each upper jaw arm 88, 90 provides a seat for a pin fillet rolling tool assembly 134 shown best in FIGS. 6 and 7. The fillet rolling tool assembly 134 comprises a pair of tool housings 136 and 138 mounted in a side-by-side and relatively rotatable relationship with respect to one another. Retention clamps such as 131 and 132 secure the housings to the respective upper jaws 124 and 126.

Each of the housings is substantially the same so that only housing 136 is described in particular detail. The housing 136 comprises an outboard rectangular main body 140 that has been milled or otherwise formed to provide an annular recess 142 that receives a back up roller 144 rotatably mounted therein by needle bearings 146 fitted on an inner cylindrical race 148, race 148 is supported on a large axially extending diameter hub 150 shouldered at 152 to fit into an annular opening in the outboard side of the main body 140. The housing 136 is closed at its inboard side by an annular cover plate 154 which is secured to the housing by threaded fasteners 156. The cover plate 154 has an enlarged annular recess 158 to receive the inboard end of the cylindrical hub 150.

An annular cage of needle thrust bearings 160 supported on an internal shoulder of the cover plate concentric with the hub journal 150 is disposed between the back up roller and the cover plate and is adapted to transmit side loads resulting from the rolling of the fillets to an annular ball bearing unit 162 operatively disposed between the tool housings 136 and 138. The spherical balls 163 of this ball bearing unit are supported for rotation in cages in a support plate 164 operatively mounted on a centralized hub 166 extending axially from the cover plate 168 of adjacent tool housing 138. During operation by the powered rotation of the crankshaft, the spherical balls 163 roll in annular dished out bearing surfaces 170, 172 in the interfacing cover plates 154 and 168.

Each housing 136, 138 has a pair of L-shaped work roller retainers 176, 178 and 180, 182 adjustably secured to the lower end thereof by threaded fasteners 184, 184'. These retainers have inboard ends which are recessed to provide cages 186, 188. When the retainers are secured to their housings the cages support the hardened working rollers 190, 192 for floating rotation generally about upwardly and outwardly inclined axes 194, 196 so that the working circumference of the rollers extend to the fillets F and F' of the crank pin journals 56, 58 being rolled. The work rollers 190, 192 are contacted by the annular stepped shoulders 197, 198 of backup rollers 144, 199 of housings 136, 138 respectively so that jaws when clamped will transmit a rolling force to the fillets F, F' as shown in FIG. 7.

With the bearing unit 162 interposed between the two housings 136, 138, opposing side loads S, S' resulting from fillet rolling operation are effectively neutralized. This ensures that each of the fillets will be deep rolled in accordance with specifications and the tooling does not move from the fillets.

The steady rest tooling secured to the lower jaw of each jaw assembly is provided by first and second steady rest units 200 and 202 which are respectively operatively mounted to the lower jaws such as by adjustable clamps 204, 206 of each lower jaw arm. Since these units have substantially the same construction only unit 200 is described in particularly detail. Unit 200 has a generally rectilinear main body 203 with peripheral grooves 204, 206 which receive the edges of the plate of the lower jaw arm 92. Clamps 205 and 207 secure the unit 200 in position on the lower arm.

Tool 200 has a pair of spaced rollers 208 and 210 which are rotatably mounted by needle bearings 209, 211 on hubs 212, 214 supported by laterally spaced side plates 216, 218. Threaded fasteners 219 secure the side plates to the main body 203.

To stabilize the pairs of jaw arms, pneumatic cylinders 222, 224 secured by bracket 226 to the cylindrical support 74 are employed. The cylinders 222, 224 respectively have pistons with rods 228, 230 extending downwardly which are pivotally connected to the upper jaw arms by bracket 230, 231 to control operation of the jaws and to stabilize the jaw arms when the fillets are being rolled.

Element 232 is a rotor fixed to rotatable shaft 76 which cooperating with caliper 233 provides a disc brake 234 that can be selectively applied to hold the pairs of jaws in any selected position.

For the fillet rolling of an offset pin journal, the crankshaft 54 is placed in the chuck and center pin, as shown in FIG. 1. The tooling of FIGS. 3 through 8 is moved into position so that the working rollers contact the fillets F, F' of the offset pin journals 56, 58 as shown in FIG. 7. The jaws are closed under load by the expanding cylinders so that the work rollers 190, 192 engage the fillets F, F' with a selected rolling force.

The drive motor 24 is then energized so that the chuck will rotatably drive the crankshaft about its rotational axis such as axis B. This rotation causes the offset pin journals 56, 58 to move in a circular path or orbit clockwise about the axis B of the crankshaft as the shaft is being turned (see FIG. 9). The clamping jaws, being clamped to the offset pins, follow the rotational path of the pins. Accordingly, when the pins rotate around the axis B of the crankshaft, each jaw assembly will float and the support arms 78, 78', 80, 80' swing backwards and forward as a pendulum allowing this movement.

The rolling pressure of the jaws translated to the working rollers can be increased or otherwise varied to effect the simultaneous deep rolling of the fillets and the deep metal working of the fillet areas to effect the improved fatigue strength of fillets and of the crankshaft. Since the crank pins are offset from one another, each set of arms follows its associated crank pin so that the fillets of the crank pin are simultaneously rolled even though they are arcuately offset. During rolling, suitable lubricants are applied to the fillet areas to reduce friction and enhance rolling.

After fillet rolling is completed, the power cylinders can be contracted to open the jaws so that the finished crankshaft can be removed from the machine.

While only one pair of rolling jaws, comprising a fillet rolling assembly has been shown and described, it will be appreciated that for the six cylinder engine there would be three pairs of offset crank pins for an even firing engine and three assemblies or pairs of jaw mechanisms for fillet rolling the pins of a crankshaft in a machine constructed along the lines as disclosed in the figures.

While a preferred embodiment of the invention has been shown and described, other embodiments will now become apparent to those skilled in the art. Accordingly, this invention is not to be limited to that which is shown and described but by the following claims.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## Claims

What is claimed is:

1. A rolling tool for simultaneously and compressively rolling facing annular fillets of contiguous pin journals of a metallic crankshaft arcuately offset from one another comprising first and second housings, each of said housings having a cage at the lower end thereof, a hardened fillet work roller operatively mounted in each of said cages and operatively inclined outward to physically engage an associated one of said fillets so that both of said facing fillets can be simultaneously rolled by said work rollers, bearing structure directly and operatively mounted between said housings allowing said housings to move in substantially parallel planes relative to one another and for receiving opposing side loads resulting from the simultaneous rolling of said facing fillets of said contiguous and arcuately offset pin journals.
2. The rolling tool of claim 1 wherein said bearing structure includes a support between said housing and discrete bearings mounted thereon which directly contact each of said housings and receive opposing lateral loads resulting from the compressive and simultaneous rolling of said facing fillets of said pin journals.
3. A machine for fatigue strengthening a metallic crankshaft for an internal combustion engine by simultaneously mechanically rolling and working the substrate of the adjacent and facing fillets of pairs of contiguous cylindrical crank pin bearings having parallel central axes offset from one another and parallel to the rotational axis of said crankshaft comprising a support, a plurality of swing arms pivotally connected to said support, first and second clamping jaw sets, each said jaw set having a lower jaw and an upper jaw and a pivot for pivotally connecting said lower jaw and said upper jaw to one another, an additional pivot for connecting each of said jaw sets to said swing arms associated therewith, each of said jaw sets having a pair of jaws defining tool holding means, and first and second fillet rolling tool housings operatively and respectively mounted in the jaws of said first and second jaw sets, and at least one fillet work roller supported in each of said housings for rolling said adjacent and facing fillets and working the substrate

thereof in response to the rotation of said crank about said axis of rotation causing each of said swing arms supporting said associated jaw set to swing and oscillate in an arc while said fillets are being rolled by said work roller tools and bearing structure directly interposed between and contacting said first and second fillet rolling tool housing to receive opposing side loads generated during rolling of said adjacent and facing fillets.

4. A machine for fatigue strengthening a metallic crankshaft for an internal combustion engine by simultaneously mechanically working the substrate of the adjacent and facing fillets of cylindrical and contiguous crank pin bearings directly connected to one another and having central axes arcuately offset from one another which are parallel to the rotational axis of said crankshaft comprising support means, swing arm means, pivot means operatively connecting said swing arm means to said support means, first and second clamping jaw sets, each jaw set having a lower jaw and an upper jaw and pivot means for pivotally connecting said lower jaw and said upper jaw to one another, additional pivot means for connecting said each said jaw sets to said swing arm means associated therewith, each of said jaw sets having a pair of jaws defining tool holding means, first and second housings carried respectively the jaws of said first and second jaw sets, a work roller carried by each of said housings so that said fillets can be simultaneously rolled and the substrate thereof worked in response to the rotation of said crank about said axis of rotation, and bearing means disposed directly between said first and second housings to receive opposing lateral side loads generated in response to the rolling of said adjacent and facing fillets.

5. A machine for simultaneously working the facing fillets of axially spaced, arcuately-offset and contiguous cylindrical journals of an elongated metallic workpiece having a centralized axis comprising:  
a floating tool holder assembly formed from first and second pairs of laterally spaced upper and lower lever arms,  
each of said lever arms having discrete forward and terminal end portions,  
pivot means pivotally connecting an upper lever arm to a lower lever arm of each pair of lever arms between the forward and terminal end portions thereof,  
said upper and lower lever arms of each pair of pivotally connected arms having force receiving end near the terminal end portions thereof and force apply jaws at the forward ends thereof,  
force generating means operatively connected to said terminal end portions of each of said pairs of pivotally connected lever arms and operable to exert an apply force to said apply jaws,  
tool means connected to said force apply jaws of each said pairs of lever arms; each of said tool means having at least one fillet roller for working the material of said fillets of said workpiece as said workpiece is rotatably driven about said central axis and said force generating means is operated to effect the application of a work load to said fillets through said fillet rollers of each said tool means,  
and bearing structure operatively interposed between said tool means to maintain the orientation thereof and to receive and cancel side loads generated from application of said work load to said fillets.

6. The machine of claim 5, wherein said cylindrical journals are defined by arcuately offset crank pins of a crankshaft for an internal combustion engine and wherein said fillets have centers that are arcuately offset from one another and are radially spaced from the rotational axis of said crankshaft.

7. The machine defined in claim 5 and further comprising base means for said machine and support means extending upwardly from said base means, and swing arm means pivotally secured to said support means and pivot means connections each pair of said lever arms pivotally connected to one another so that said pairs of arms can float as said work piece is pivoted around said rotational axis.

8. A method of simultaneously roll working interfacing fillets of adjacent and contiguous annular crank pins of a crankshaft which are arcuately offset from one another comprising the steps of:  
loading said crankshaft into a fillet rolling machine having first and second pairs of jaws and with each pair being movable with respect to one another, each of said pairs of jaws having tools with at least one fillet rolling wheel operatively mounted thereon,  
placing a fillet rolling wheel associated with a first pair of jaws on the fillet of a first of said adjacent and contiguous crank pins,  
placing a fillet rolling wheel associated with a second pairs of jaws on the fillet of a second of said adjacent and contiguous crank pins,  
imparting a rolling load to said rolling wheel of each said pairs of jaws, and  
turning said crankshaft relative to said rolling wheels so that said rolling wheels contact and simultaneously roll said adjacent and contiguous fillets.

9. A method of simultaneously deep rolling laterally spaced and facing fillets of pairs of contiguous crank pins of a metallic crankshaft for an internal combustion engine located in a side-by-side and a radially offset position with respect to one another comprising the steps of:  
a. mounting the crankshaft in a machine with one end in head stock and the other end in the tail stock of



the machine,

- b. positioning a pair of concrete fillet rolling tools each having a fillet roller on said laterally spaced fillets of contiguous said crank pin, and subsequently exerting a pressure on said fillets sufficient to hold the tools in a start position,
- c. rotatably driving said crankshaft by said machine and applying rolling pressure of at least a predetermined level to said fillets to simultaneously roll said fillets,
- d. continuing the rolling of said fillets to establish compressive loads in the fillet radius to work the fillet metal to effect the increase the fatigue strength of the crankshaft,
- e. canceling side loads developed during the rolling of said fillets at a side interface between said tools.

10. A method of deep rolling laterally spaced and facing fillets of pairs of contiguous crank pins of a crankshaft for an internal combustion engine located in a side-by-side and arcuately offset positions with respect to one another comprising the steps of:

- a. mounting the crankshaft in a machine with the nose end in the head stock and the flange end mounted on crank center in the tail stock of the machine,
- b. positioning work roller housings of the machine in a side-by-side relationship adjacent to said laterally spaced and facing fillets,
- c. operatively engaging one of the spaced and facing fillets with a first fillet roller in a first of said housings and another of the spaced and facing fillets with a second fillet roller in a second of said housings,
- d. positioning a floating tool on said fillets of said crank pin with outwardly angulated rollers thereon exerting a pressure on said fillets sufficient to hold the tooling in a start position,
- e. supplying lubricant to said crankshaft and the fillets thereon,
- f. rotating said crankshaft by said machine and gradually increasing the rolling pressure to a predetermined level so as not to indent the fillets being rolled,
- g. continuing the rolling of said fillets to establish compressive loads in the fillet radius to resultantly work the metal of said fillets and thereby improve the fatigue strength of the crankshaft,

11. A rolling tool for simultaneously rolling adjacent annular fillets of a pair of contiguous cylindrical journals arcuately offset from one another comprising first and second housings, each of said housings having a cage at the lower end thereof, a hardened work roller operatively mounted in said cage so as to simultaneously roll and fatigue strengthen said adjacent fillets, bearing structure operatively connected between said housings allowing said housings to move in substantially parallel planes and relative to one another and to receive opposing side loads resulting from the simultaneously rolling of said fillets.

---

Data supplied from the esp@cenet database - 12





⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 661 137 A1**

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑲ Anmeldenummer: **95100047.0**

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>: **B24B 39/04, B24B 5/42**

⑳ Anmeldetag: **03.01.95**

③① Priorität: **03.01.94 US 176792**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.07.95 Patentblatt 95/27**

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

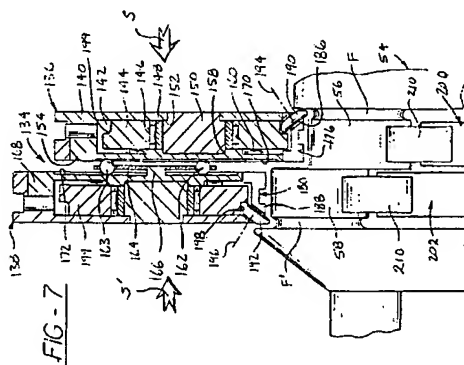
⑦① Anmelder: **Wilhelm Hegenscheidt  
Gesellschaft mbH  
Bernhard-Schondorff-Platz  
D-41812 Erkelenz (DE)**

⑦② Erfinder: **Gottschalk, William P.  
8700 Rachel  
Davisburg Michigan 48350 (US)  
Erfinder: Lauten, Hans Theo  
9661 Cooley Lake Road  
Commerce Township Michigan 48382 (US)**

⑦④ Vertreter: **Aubela, Karl B.  
Bavariastrasse 1  
D-80336 München (DE)**

⑤④ **Gerät zum Walzen von Motorenkurbelzapfen, Walzwerkzeug und Verfahren zum Walzen von aneinanderliegenden und versetzten Kurbelzapfen.**

⑤⑦ Die Hohlkehlen von winklig versetzten Paaren von nebeneinander angeordneten Zapfensitzen einer Verbrennungsmotorkurbelwelle werden zum Dauerverfestigen durch gegenüberstehende geneigte Walzen unter Druck gewalzt, die in Käfigen an den unteren Enden eines Paares von relativ zueinander drehbaren Werkzeuggehäusen nebeneinander durch ein Paar von Klauen eines pendelnden Klemmaufbaus gehalten werden. Dieser Aufbau ermöglicht es den Walzen, den Kurbelzapfensitzen zu folgen, wenn die Kurbelwelle gedreht wird, so daß die winklig versetzten Kurbelzapfenhohlkehlen gleichzeitig unter Druck bearbeitet und verfestigt werden können. Die gegeneinander gerichteten Gegenlasten der Walzen werden an lastaufnehmenden Lagern neutralisiert, die funktionsfähig zwischen dem Paar von Werkzeuggehäusen angeordnet sind.



**Hintergrund der Erfindung**

Diese Erfindung bezieht sich auf Festwalzen von Hohlkehlen von Motorenkurbelwellen oder anderen ringförmigen Bereichen von metallischen Werkstücken, die hohen Spannungsbelastungen ausgesetzt sind und insbesondere auf eine neue und verbesserte Maschine, ein Walzwerkzeug und ein Verfahren zum gleichzeitigen Festwalzen der Hohlkehlen von winkelig versetzten, nebeneinanderliegenden Kurbelzapfensitzen, um deren Dauerfestigkeit und Oberflächenhärte zu erhöhen.

**Beschreibung des Standes der Technik**

Bei Verbrennungsmotoren wie z.B. V6-Motoren, die in vielen modernen Automobilen angetroffen werden, ist die linke Zylinderreihe des Motorblocks in Bezug auf die rechte Reihe leicht nach vorne gesetzt. Diese Zylinderanordnung erlaubt es, die Pleuel der paarweise zusammengehörenden, in den Zylindern in gegenüberliegenden Reihen des Motors angeordneten Kolben nebeneinander mit benachbarten oder nebeneinanderliegenden Sitzabschnitten eines herkömmlichen Kurbelzapfens zu verbinden. Um eine gleichmäßige Zündung zu erzielen, bei der die Zylinder in einem Winkelintervall von 120° zünden, muß die Mittellinie jedes dieser von der Drehachse der Kurbelwelle wegzeigenden Sitzabschnitte winklig voneinander beabstandet sein und beispielsweise einen Winkel von 30° einschließen. Andere V-Motoren mit unterschiedlichen Zylinderanordnungen, beispielsweise V10-Motoren, können einen unterschiedlichen Kurbelzapfensitzversatz aufweisen.

Aufgrund der Ausbildung der Kurbelwelle und dieses Versatzes der Kurbelzapfensitze kann die Kurbelwelle im Betrieb an den Hohlkehlbereichen der Kurbelzapfensitze in einem solchen Maße belastet werden, daß die Hohlkehlen reißen und ein Verbiegen der Kurbelwelle während des Motorbetriebs auftreten kann, so daß die Lebensdauer der Kurbelwelle erheblich herabgesetzt wird. Um die Haltbarkeit zu verbessern kann die Kurbelwelle durch Vergrößern des Kurbelzapfensitzdurchmessers und durch Wärmebehandlung (Abschrecken und Vergüten) der Kurbelwelle, um deren Umform- und Dauerfestigkeit zu erhöhen, gestärkt werden. Die Dauerfestigkeit und die Haltbarkeit von Kurbelzapfen und Hauptlagersitzen kann durch Festwalzen von Druckspannungen in das Metall der ringförmigen Hohlkehlen zwischen den Zapfensitzen und den benachbarten Gegengewichten oder Lagerschalen bedeutend erhöht werden.

Da weiter die Automobile und deren Bauteile zur Gewichtsreduktion und zur Verbesserung des Brennstoffwirkungsgrades verkleinert werden, werden kleinere Motoren und Kurbelwellen benötigt. Um die Dauerfestigkeit und Haltbarkeit von verkleinerten Kurbelwellen zu verbessern, wird das Festwalzen von Hohlkehlen und anderen ringförmigen benachbarten Bereichen zunehmend wichtig, wobei die Verbesserungen der Dauerfestigkeit zwischen 20 und 150 % liegen.

Vor der vorliegenden Erfindung war das Hohlkehlwalzen von winklig versetzten Sitzen von Kurbelzapfen schwierig und zeitraubend, insbesondere da die Hohlkehlen von benachbarten und winkelig versetzten Kurbelzapfensitzen unabhängig voneinander mit Hochlast-Hohlkehlwalzmaschinen in einem zeitraubenden und langwierigen Verfahren gewalzt werden mußten. Die von dem unabhängigen Walzen herrührenden Seitenlasten konnten ein Selbstzentrieren des Walzwerkzeugs und ein Wegbewegen von der Hohlkehle bewirken, so daß die gewünschten Hohlkehl Druckspannungen und Dauerfestigkeit herabgesetzt oder nicht erzielt wurden.

Beispiele von Geräten, Werkzeugen und Verfahren, die im allgemeinen Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung stehen, sind Patente aus dem Stand der Technik wie z.B. die US-Patente 5,138,859, veröffentlicht am 18. August 1992 für "Verfahren und Vorrichtung zum Glattwalzen und Festwalzen von mehrhubigen Kurbelwellen"; 4,785,537, veröffentlicht am 14. Dezember 1984 für "Maschine zum maschinellen Bearbeiten von Kurbelwellen"; und 4,766,753, veröffentlicht am 30. August 1988 für "Walzvorrichtung zum Oberflächenhärten oder Glätten", Inhaber jeweils Wilhelm Hegenscheidt GmbH, Bernhard-Schondorff-Platz, D 41804 Erkelenz, Deutschland, die durch Bezugnahme hier eingearbeitet sind.

Im Gegensatz zu den oben genannten Patentoffenbarungen des Standes der Technik bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein neues und verbessertes Hohlkehlwalzverfahren, Werkzeug und Gerät zum Walzen, die sich für das neue und verbesserte, gleichzeitige Festwalzen und Dauerverfestigen der Hohlkehlen von winkelig versetzten Kurbelzapfensitzen und anderen Ringräumen eignet.

Das obere Werkzeug dieser Erfindung umfaßt nebeneinanderliegende Hauptgehäuse, in welchen Stützwälzen befestigt sind. Am unteren oder Bearbeitungsende jedes Gehäuses befindet sich ein Käfig, der eine winklig oder geneigt angeordnete Bearbeitungswalze trägt, die im Rollkontakt mit einer Umfangsfläche der Stützwalze steht, so daß die auf die Gehäuse aufgebrachte Last über die Stützwalze auf die geneigte Metallbearbeitungswalze und von dort auf die körnige Struktur der metallischen Kurbelzapfenhohlkehlen, die zum Zwecke des Dauerverfestigens festgewalzt werden sollen, übertragen wird.

Die Kurbelwelle, deren Zapfenhohlkehlen gewalzt werden sollen, ist in einem Spannfutter oder einem anderen Werkstückhalter gehalten, und wird um ihre Drehachse durch einen Motor angetrieben, der zum Antrei-

ben mit dem Spannfutter so verbunden ist, daß die Bearbeitungswalzen die ringförmigen Hohlkehlen der Kurbelzapfen unter Druck walzen.

Eine funktionsfähig zwischen den Werkzeuggehäusen angeordnete, ringförmige Drucklagereinheit mit Käfig hält deren Ausrichtung in parallelen Ebenen, während sie relativ zueinander und um die Achse einer Motorkurbelwelle gedreht werden. Es ist sehr wichtig, daß diese Drucklagereinheit eine Einrichtung darstellt, die die gegeneinander gerichteten resultierenden Seitendruckkräfte, die durch die entgegengesetzten und nach außen geneigten Walzen während des Walzvorganges erzeugt werden, aufnimmt und aufhebt. Wenn die gegeneinander gerichteten Seitendrucklasten aufgehoben werden, verbleibt das Werkzeug selbst dann in der Mitte, wenn die Sitzabschnitte jedes Zapfens winklig zueinander versetzt sind.

Zusätzlich zu dem oberen Werkzeug ist ein Paar von unteren Stützwerkzeugen vorgesehen, die jeweils zwei Stützwalzen aufweisen, die die Zapfensitze halten, wenn die Arbeitswalzen des oberen Werkzeugs die Hohlkehlen der Kurbelzapfen festwalzen. Diese Stützwalzen sind zwischen den Zapfensitzen angeordnet, um die durch die Zapfensitze übermittelten Walzlasten aufzunehmen, so daß keine nennenswerten Biegebelastungen auf die zu walzende Kurbelwelle aufgebracht werden.

Die oberen und unteren Paare von Werkzeugen sind jeweils in Teilen von oberen und unteren Klauen mit pendelndem Klemmaufbau gehalten, die jeweils ein Paar von Hebeln umfassen, die durch einen Zwischenzapfen drehbar miteinander verbunden sind. Hydraulische Antriebszylinder, die die Endabschnitte der Klemmhebel miteinander verbinden, sind so betätigbar, daß sie durch die angetriebene Expansion der Zylinder die Bearbeitungskraft erzeugen, die über die Klauen auf die Hohlkehlwalzen übertragen wird. Um eine einzelne Bedienung jedes einzelnen Paares von Klauen zu ermöglichen, ist der Klemmaufbau für einen pendelnden Betrieb durch Halteschwingarme drehbar gehalten, die nach hinten und vorne schwingen oder nach Art eines Pendels während des Festwalzvorgangs schwingen.

In dieser Erfindung wird ein neues und verbessertes Verfahren des Hohlkehlenwalzens eines metallischen Bauteils wie z.B. eines Zapfensitzes einer Kurbelwelle bereitgestellt, bei dem winklig versetzte, ringförmige Hohlkehlen von benachbarten Zapfensitzabschnitten gleichzeitig festgewalzt werden, um das Metall der Hohlkehlen einer Druckspannung auszusetzen und dadurch die Dauerfestigkeit des Bauteils zu erhöhen.

Ein anderes Merkmal, eine andere Aufgabe und ein anderer Vorteil der Erfindung ist es, eine neue und verbesserte Metallwalzmaschine bereitzustellen, die Paare von drehbar verbundenen Hebeln mit Metallbearbeitungswalzen in einem Werkzeug umfaßt, das in Klemmklauen der Hebel angeordnet ist, die um eine Achse einer Verbrennungsmotorkurbelwelle pendeln, um gleichzeitig Paare von versetzten, ringförmigen Hohlkehlen von versetzten Zapfen der Kurbelwelle festzuwalzen.

Ein weiteres Merkmal, eine weitere Aufgabe und ein weiterer Vorteil der Erfindung ist es, daß diese ein neues und verbessertes Werkzeug zum Walzen von ringförmigen und im Winkel versetzten Bearbeitungsbereichen wie z.B. Hohlkehlen von Kurbelwellenzapfensitzen bereitstellt, die nebeneinanderliegende, relativ zueinander drehbare Gehäuse umfaßt, die jeweils eine so darauf befestigte Hohlkehlenwalzeinrichtung umfassen, daß seitlich beabstandete und winklig versetzte Hohlkehlen gleichzeitig festgewalzt und metallbearbeitet werden können, um deren Dauerfestigkeiten zu verbessern.

Diese und andere Merkmale, Aufgaben und Vorteile dieser Erfindung werden deutlicher durch die folgende detaillierte Beschreibung und durch die Zeichnungsfiguren, die Folgendes zeigen:

#### **Beschreibung der Zeichnungsfiguren**

- Figur 1 ist eine schematische Vorderansicht einer Hohlkehlenwalzmaschine, die einige in der vorliegenden Erfindung verwendete Grundprinzipien des Hohlkehlwalzens darstellt;
- Figur 1A ist eine vergrößerte Ansicht eines Abschnitts aus Figur 1, die zeigt, wie das Werkzeug die Hohlkehlen eines Kurbelzapfensitzes walzt;
- Figur 1B ist eine bildliche Ansicht eines Abschnitts einer Kurbelwelle mit nebeneinander auf benachbarten Zapfensitzen angebrachten Pleueln;
- Figur 2 ist eine schematische Ansicht eines Abschnitts der Maschine aus Figur 1, und zwar im wesentlichen geschnitten entlang der Linien 2-2 aus Figur 1;
- Figur 3 ist eine bildliche Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform einer Hohlkehlenwalzmaschine gemäß der Erfindung;
- Figur 4 ist eine Seitenansicht der Hohlkehlenwalzmaschine aus Figur 3;
- Figur 4A ist eine bildliche Ansicht eines Abschnitts einer Kurbelwelle für einen Verbrennungsmotor, der winklig versetzte und nebeneinander angeordnete Kurbelzapfensitze aufweist;
- Figur 4B ist ein Diagramm des Winkelveersatzes der Kurbelzapfensitze der Kurbelwelle aus Figur 4A;
- Figur 4C ist eine Schnittansicht entlang der Linien 4c-4c aus Figur 4;

- Figur 5 ist eine Endansicht mit weggebrochenen Teilen der Hohlkehlenwalzmaschine aus Figur 4, gesehen aus der Sicht des Pfeiles A aus Figur 4,
- Figur 6 ist eine vergrößerte Seitenansicht des in der Hohlkehlenwalzmaschine aus den Figuren 3, 4 und 5 verwendeten Werkzeugs;
- 5 Figur 7 ist eine Schnittansicht des Werkzeugs aus Figur 5 entlang der Linien 7-7 aus Figur 6, jedoch mit einem Teil der Motorkurbelwelle und des stützenden unteren Werkzeugs hinzugefügt;
- Figur 8 ist eine Seitenansicht des unteren Stützwerkzeugs, das für die Hohlkehlenwalzmaschine aus Figur 4 verwendet wird;
- 10 Figur 8A und 8B sind Schnittansichten des unteren Stützwerkzeugs, und zwar geschnitten entlang der Linien 8A-8A bzw. 8B-8B aus Figur 8;
- Figur 9 ist ein Diagramm, daß das Walzen von winklig versetzten Zapfenhohlkehlen gemäß dieser Erfindung darstellt.

15 **Beschreibung der Zeichnungsfiguren Detaillierte Beschreibung**

Es wird nun detaillierter auf die Zeichnung eingegangen. Figuren 1 und 2 zeigen diagrammartig Abschnitte einer Metallbearbeitungsmaschine 10, die einige Grundzüge des Festwalzverfestigens der Hohlkehlen von Kurbelzapfen 12 einer Kurbelwelle 14 für einen Verbrennungsmotor darstellen. Die Kurbelwelle hat ein Vorderende 16, das in einem Spannfutter 18 befestigt ist, und ein Flanschende 20, das von einem Zentrierdorn 22 der Maschine gehalten wird. Die Kurbelwelle kann wahlweise und drehbar um die horizontale Achse B von einem Antriebsmotor 24 angetrieben werden, der von einem Haltekranz 26 an dem Maschinengehäuse gehalten wird und mit dem Spannfutter durch die Antriebswelle 28 angetrieben verbunden ist. Jeder der Kurbelzapfen 12 hat seitlich angeordnete und koaxiale Sitzabschnitte 30 und 32 (Figur 1A), die zylindrische Lager für die Pleuel 34, 36 (Figur 1B) von gegenüberliegenden Kolben in den linken und rechten Zylindern eines V-Motorblocks bilden.

Angesichts der Tatsache, daß die Zapfensitzabschnitte 30, 32 während des Motorbetriebs hohen Spannungsbelastungen ausgesetzt sind, werden diese auf verschiedenen Wege verstärkt, wie z.B. durch Erhöhen des Zapfensitzdurchmessers und durch Festwalzhärten ihrer seitlich beabstandeten, ringförmigen Hohlkehlen F, F', wobei hohe und konzentrierte Walzkräfte auf die ringförmigen Hohlkehlbereiche der Kurbelwelle gerichtet werden. Ein derartiges Walzen erzeugt verfestigende Druckspannungen in dem Metall der Kurbelwellenhohlkehlen, die beispielsweise bis in eine Tiefe von 4 mm reichen können.

Wie in Figur 2 dargestellt wird dies bei der Maschine 10 durch obere und untere Werkzeuge 40 und 41 erzielt, die funktionsfähig in den aufeinandergerichteten Klauen 42, 43 einer lastaufbringenden Klauenbaugruppe 44 angebracht sind, die einen Teil der Maschine bildet und für den Betrieb durch eine flexible Stütze 45 gestützt wird.

Das obere Werkzeug 40 weist ein Paar von Pendelwalzen 46, 46' aus gehärtetem Stahl oder anderem Material auf, die sich im wesentlichen um gegeneinander geneigte Achsen A und A' drehen, um mit den seitlich beabstandeten Hohlkehlen F, F', die die ringförmigen Berührungsflächen zwischen den Zapfen und den benachbarten Gegengewichten oder Lagerschalen der Kurbelwelle bilden, einzugreifen und zu walzen. Das untere Werkzeug 41 weist winklig beabstandete Stützwalzen 47 auf, die Lager und Stütze für die Kurbelzapfen bilden, während die Kurbelwelle 14 drehbar um ihre Achse B angetrieben und die Hohlkehlen gewalzt werden. Der Walzdruck wird hydraulisch durch die Expansionskraft eines Hydraulikzylinders 48 aufgebracht, der funktionsfähig zwischen den sich erstreckenden Enden 49, 50 des oberen und unteren Klauenarms 51, 52 verbunden ist, die in einer mittleren Lage der Klauenarmlängen durch einen in einem Gabelschuh gehaltenen Drehbolzen 53 drehbar angeordnet sind. Diese Anordnung stellt den mechanischen Vorteil bereit, der die Klauenschließkraft verstärkt, die durch die Expansionskraft des Hydraulikzylinders 48 auf die Klauenbaugruppe ausgeübt wird.

Bei einer automatischen Maschine und ermöglicht durch die flexible Stütze 45 werden die oberen und unteren Klauen und ihre Werkzeuge so gestützt, daß sie während des Walzens um die Achse der sich drehenden Kurbelzapfen pendeln. Die von den Walzen 46, 46' aufgebrachte Walzkraft kann durch den Zylinder 48 während des Antriebs der Kurbelwelle durch den Motor 24 erhöht und vermindert werden, um konzentrierte ringförmige Eigenspannungsmuster in das Metall der Hohlkehlen F, F' einzubringen, die während des Motorbetriebs zu den am höchsten belasteten Schnittflächen der Kurbelwelle gehören. Die Größe des Drucks wie auch die Zahl der Überwalzvorgänge der Hohlkehlen kann vorgewählt werden, um eine optimierte Dauerfestigkeit zu erzielen.

Derartige Walzverfahren, Werkzeuge und Maschinen, die zufriedenstellend für viele Kurbelwellenbauarten sind, genügen keinen höheren Standards hinsichtlich verbesserter Festigkeit und hinsichtlich eines höhe-

ren Produktionsvolumens von Kurbelwellen 54 mit Kurbelzapfen 55, die winklig versetzt sind und nebeneinanderliegende Kurbelzapfensitze 56, 58 (Figur 4A) aufweisen, wie sie in vielen modernen V-Motorblöcken verwendet werden. Um derartigen höheren Standards zu genügen, ist die vorliegende Erfindung entwickelt worden, die in einer ersten bevorzugten Ausführungsform in den Figuren 3 bis 9 beispielhaft ausgeführt ist.

5 Wie in der bildlichen Ansicht der Figur 3, der Seitenansicht der Figur 4 und der Stirnansicht der Figur 5 dargestellt, weist die Maschine 60 dieser Erfindung ein Paar von nebeneinander angeordneten Ständern 62 und 64 auf, die sich von einer Basis 66 nach oben erstrecken, die auf einer Stützplatte 70 einstellbar durch Nut und Feder oder eine andere Schienenkonstruktion befestigt ist. Diese Schienenkonstruktion und ein angeschlossener Antriebszylinder 72 ermöglicht es, die Maschine und ihre Werkzeuge leicht in Eingriff mit den  
10 winklig versetzten Zapfensitzen 56, 58 der Kurbelwelle 54 und wieder zurück zu bringen, wenn diese wie in Figur 1 in ein angetriebenes Spannfutter und einen Zentrierdorn eingespannt ist.

Am Kopf der Ständer 62 und 64 ist eine längliche, sich in Querrichtung erstreckende zylindrische Halterung 74 gehalten. Eine Drehwelle 76 erstreckt sich axial durch die zylindrische Halterung, 74 und weist ein Anschlußende auf, das die Enden von rechten und linken Paaren von Schwingarmen 78, 78' und 80, 80', die von diesem herabhängen, fest stützt. Die Anschlußenden der Schwingarme tragen Drehbolzen 82 und 84, die die oberen  
15 rechten und linken Klauenarme 88 und 90, die sich zwischen ihren entsprechenden Paaren von Schwingarmen erstrecken, drehbar miteinander verbindet. Der obere rechte Klauenarm 88 ist mit dem unteren rechten Klauenarm 92 mit einem mittleren, sich in horizontaler Richtung erstreckenden Bolzen 93 drehbar verbunden. Dieser Bolzen wird durch einen Gabelschuh 94 gehalten, dessen Enden sich von dem unteren Klauenarm nach oben  
20 erstrecken, um den oberen Klauenarm zu umklammern. Diese Konstruktion stellt eine rechte Klemmklauenbaugruppe 95 bereit. Der obere linke Klauenarm 90 ist in ähnlicher Weise durch einen Gabelschuh und einen Drehbolzen 96 mit dem unteren linken Klauenarm 97 verbunden, um eine linke Klauenbaugruppe 98 bereitzustellen. Die rechten und linken Klauenarmgabelschuhe nehmen zwischen ihnen die sich nach unten erstreckenden unteren Abschnitte der oberen Klauenarme auf, so daß die oberen und unteren Klauenarme jedes  
25 Paares koplanar zueinander sind, wenn sie mit den Bolzen 93 bzw. 96 drehbar miteinander verbunden werden.

Die oberen und unteren Klauenarme jeder Klauenbaugruppe werden aus flachen Metallplatten hergestellt und weisen nach hinten sich erstreckende Abschnitte 100, 102 und 104, 106 auf, die Verbindungspunkte für die Gabelschuhe und die Bolzen 108, 110, 112 und 114 für die rechten und linken hydraulischen Antriebszylinder 116, 118 bilden. Jeder Antriebszylinder weist eine Zylinderröhre auf, in der ein Kolben 120 oder 122 funktional  
30 angeordnet ist. Steuerungen bzw. Regelungen 123 steuern bzw. regeln die Zufuhr und Abfuhr von Druckfluid zu den Zylindern unterhalb und oberhalb der Kolben, um die Expansions- und Kontraktionshübe der Zylinder zu bewirken, so daß sich die nach vorne erstreckenden Klauen 124, 126 und 128, 130 der rechten und linken Paare von Klauenarme schließen oder öffnen. Beispielsweise ziehen sich durch Zuführen von Druckfluid zu den Druckkammern oberhalb der Kolben und durch Ausschieben von Fluid aus den Kammern unterhalb  
35 der Kolben die Zylinder und die Kolben zurück und drehen so die Klauenarme um die Bolzen 93 und 96, so daß sich die Klauen zu einer geöffneten Position hin voneinander wegbewegen. Dies ermöglicht, daß das Werkzeug in eine Bearbeitungsposition mit den Kurbelzapfensitzen 56, 58 bewegt oder die Kurbelwelle aus dem Werkzeug entfernt werden kann.

Figur 4C stellt eine beabstandete Anordnung dar, die die relativ bewegbaren oberen Klauenarme 88, 90 parallel und in einem seitlich beabstandeten Verhältnis zueinander hält. Diese Anordnung umfaßt ein zylindrisches Distanzstück 111 mit Kopf, das einen zylindrischen Schaft 111' aufweist, der sich axial durch eine entsprechende Feinpassungsbohrung 113 in dem oberen linken Arm 90 und durch eine groß dimensionierte Bohrung 117 in dem rechten oberen Arm 88 erstreckt. An dem oberen Arm 88 sind um die Öffnung herum innere und äußere Messingschleifringe 121, 121' durch geschraubte Befestigungselemente gesichert.

45 Eine vergrößerte ringförmige Unterlegscheibe 125, die an dem äußeren Ende des Rückhalteschafts durch einen durchgehenden Bolzen 133 gesichert ist, steht seitlich im Kontakt mit dem äußeren Messingring.

Die obere Klaue 124, 128 jedes oberen Klauenarms 88, 90 stellt einen Sitz für eine Zapfenhohlkehlwalzwerkzeugbaugruppe 134 bereit, wie am besten in Figuren 6 und 7 gezeigt. Die Hohlkehlwalzwerkzeugbaugruppe 134 umfaßt ein Paar von Werkzeuggehäusen 136 und 138, die in einem  
50 seitlichen und relativ zueinander drehbaren Verhältnis angebracht sind. Sicherungsklammern wie unter Bezugsziffer 131 und 132 sichern die Gehäuse an den entsprechenden oberen Klauen 124 und 126.

Jedes der Gehäuse ist im großen und ganzen gleich, so daß nur das Gehäuse 136 im Detail beschrieben wird. Das Gehäuse 136 umfaßt einen äußeren rechteckigen Hauptkörper 140, der gefräst oder anderweitig bearbeitet worden ist, um eine ringförmige Aufnahme 142 bereitzustellen, die eine Stützwalze 144 aufnimmt,  
55 die durch in einer inneren zylindrischen Lauffläche 148 eingepaßte Nadellager 146 drehbar gehalten wird, wobei die Lauffläche 148 sich auf einer großen, sich in axialer Richtung erstreckenden Nabe 150 stützt, die bei 152 abgestuft ist, um in die ringförmige Bohrung in der Außenseite des Hauptkörpers 140 zu passen. Das Gehäuse 136 ist an seiner Innenseite mit einer ringförmigen Verschlussplatte 154 verschlossen, die an dem Ge-

häuser mit Schrauben 156 befestigt ist. Die Verschußplatte 154 weist eine vergrößerte ringförmige Aufnahme 158 zur Aufnahme des inneren Endes der zylindrischen Nabe 150 auf.

Ein ringförmiger Käfig von Nadeldrucklagern 160 ist auf einem inneren Absatz der Verschußplatte konzentrisch zu dem Nabensitz 150 zwischen den Stützwälzen und der Verschußplatte angeordnet und dazu geeignet, die aus dem Walzen der Hohlkehlen resultierenden Seitenlasten auf eine ringförmige Kugellagereinheit 162 zu übertragen, die funktionsfähig zwischen den Werkzeuggehäusen 136 und 138 angeordnet ist. Die sphärischen Kugeln 163 dieser Kugellagereinheit werden für die Drehung in Käfigen gehalten, die funktionsfähig in einer Halteplatte 164 auf einer mittleren Nabe 166 angeordnet sind, die sich in axialer Richtung von der Verschußplatte 168 des anliegenden Werkzeuggehäuses 138 erstreckt. Während des Betriebs durch die angetriebene Drehung der Kurbelwelle rollen die sphärischen Kugeln 163 in ringförmigen gekümpelten Lagerlauf-  
flächen 170, 172 der kombinierten Verschußplatten 154 und 168.

Jedes Gehäuse 136, 138 weist ein Paar von L-förmigen Bearbeitungswälzenhalterungen 176, 178 und 180, 182 auf, die einstellbar an seinem unteren Ende durch Schrauben 184, 184' befestigt sind. Diese Halterungen weisen innere Enden auf, die ausgespart sind, um Käfige 186, 188 zu bilden. Wenn die Halterungen an ihren Gehäusen befestigt sind, stützen die Käfige die gehärteten Bearbeitungswälzen 190, 192 für pendelnde Drehung um im wesentlichen nach oben und außen geneigte Achsen 194; 196, so daß sich der Bearbeitungsumfang der Wälzen zu den zu wälzenden Hohlkehlen F und F' der Kurbelzapfensitze 56, 58 erstreckt. Die Bearbeitungswälzen 190, 192 stehen durch die ringförmigen, gestuften Absätze 197, 198 der Stützrollen 144, 199 der Gehäuse 136, 138 in Kontakt, so daß die Klauen, wenn sie geklemmt werden, wie in Figur 7 dargestellt eine Walzkraft auf die Hohlkehlen F, F' übertragen.

Da die Lagereinheit 162 zwischen den zwei Gehäusen 136, 138 angeordnet ist, werden die aus dem Hohlkehlwalzvorgang resultierenden Seitenlasten S, S' wirksam neutralisiert. Dadurch wird sichergestellt, daß jede der Hohlkehlen in Übereinstimmung mit den Anforderungen festgewalzt wird und die Werkzeuge sich nicht von den Hohlkehlen wegbewegen.

Das feststehende Stützwerkzeug, das an der unteren Klaue jeder Klauenbaugruppe befestigt ist, wird durch erste und zweite feststehende Stützeinheiten 200 und 202 gebildet, die funktionsfähig z.B. durch einstellbare Klemmen 204, 206 an der unteren Klaue jedes unteren Klauenarms befestigt sind. Da diese Einheiten im großen und ganzen die gleiche Konstruktion aufweisen, wird nur die Einheit 200 detailliert beschrieben. Die Einheit 200 weist einen im wesentlichen geradlinigen Hauptkörper 203 mit äußeren Nuten 204, 206 auf, die die Kanten der Platte des unteren Klauenarms 92 aufnehmen. Klemmen 205 und 207 sichern die Einheit 200 in der Lage auf dem unteren Arm.

Das Werkzeug 200 weist ein Paar von beabstandeten Wälzen 208 und 210 auf, die drehbar durch Nadellager 209, 211 auf Naben 212, 214 befestigt sind, die auf seitlich beabstandeten Seitenplatten 216, 218 gehalten sind. Schrauben 219 sichern die Seitenplatten an dem Hauptkörper 203.

Um die Paare von Klauenarme zu stabilisieren, werden durch Klammern 226 an der zylindrischen Halterung 74 befestigte pneumatische Zylinder 222, 224 verwendet. Die Zylinder 222 bzw. 224 weisen Kolben mit Pleueln 228, 230 auf, die sich nach unten erstrecken, und die drehbar mit den oberen Klauenarmen durch Klammern 230, 231 verbunden sind, um den Betrieb der Arme zu stabilisieren, wenn die Hohlkehlen gewalzt werden.

Element 232 ist ein auf der drehbaren Welle 76 befestigter Rotor, der mit dem Greifer 233 zusammenarbeitet und so eine Scheibenbremse 234 bildet, die wahlweise benutzt werden kann, um das Paar von Klauen in jeder vorbestimmten Lage anzuhalten.

Zum Walzen der Hohlkehlen der versetzten Zapfensitze wird die Kurbelwelle 54 in das Spannfutter und den Zentrierdorn wie in Figur 1 dargestellt eingesetzt. Dann wird das Werkzeug aus Figuren 3 bis 8 in eine Position bewegt, in der die Bearbeitungswälzen die Hohlkehlen F, F' der versetzten Zapfensitze 56, 58 wie in Figur 7 gezeigt berühren. Die Klauen werden unter der Last der Expansionszylinder geschlossen, so daß die Bearbeitungswälzen 190, 192 mit den Hohlkehlen F, F' mit einer vorgewählten Walzkraft eingreifen.

Der Antriebsmotor 24 wird dann angetrieben, so daß das Spannfutter die Kurbelwelle um ihre Drehachse, nämlich die Achse B, drehend antreibt. Diese Drehung bewirkt, daß sich die versetzten Zapfensitze 56, 58 auf einem ringförmigen Pfad oder Bahn im Uhrzeigersinn um die Achse B der Kurbelwelle bewegen, wenn die Welle gedreht wird (siehe Figur 9). Die Klemmklauen, die an die versetzten Zapfen geklemmt sind, folgen dem Drehpfad der Zapfen. Wenn sich die Zapfen um die Achse B der Kurbelwelle drehen, pendelt dementsprechend jede Klauenbaugruppe, und die Stützarme 78, 78', 80, 80' schwingen nach hinten und nach vorne wie ein diese Bewegung erlaubendes Pendel.

Die auf die Bearbeitungswälzen übermittelte Walzkraft der Klauen kann erhöht oder anderweitig variiert werden, um ein gleichzeitiges Festwalzen der Hohlkehlen und eine Verfestigungsbearbeitung des Metalls der Hohlkehlbereiche zu bewirken und hierdurch eine verbesserte Dauerfestigkeit der Hohlkehlen und der Kurbelwelle zu erzielen. Da die Kurbelzapfen gegeneinander versetzt sind, folgt jeder Satz von Armen seinen verbundenen Kurbelzapfen, so daß die Hohlkehlen des Kurbelzapfens selbst dann gleichzeitig gewalzt werden,

wenn diese winklig versetzt sind. Während des Walzens werden geeignete Schmiermittel auf die Hohlkehlbereiche aufgebracht, um die Reibung zu reduzieren und das Walzen zu verbessern.

Nachdem das Walzen der Hohlkehlen abgeschlossen ist, werden die Antriebszylinder zum Öffnen der Klauen zusammengezogen, so daß die fertige Kurbelwelle aus der Maschine entnommen werden kann.

Obwohl lediglich ein Paar von Walzklauen gezeigt und beschrieben worden ist, versteht es sich von selber, daß für einen 6-Zylinder-Motor mit drei versetzten Kurbelzapfen für gleichmäßiges Zünden des Motors entsprechend drei Paare von Klauenmechanismen zum Walzen der Hohlkehlen der Kurbelzapfen bei einer entsprechend den Figuren aufgebauten Maschine notwendig sind.

Da eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung gezeigt und beschrieben worden ist, werden andere Ausführungsformen für Fachleute offensichtlich werden. Dementsprechend ist diese Erfindung nicht auf dasjenige, was dargestellt und beschrieben worden ist, beschränkt, außer durch die nachfolgenden Patentansprüche.

#### 15 Patentansprüche

1. Maschine zum Dauerverfestigen einer duktilen Eisenkurbelwelle für einen Verbrennungsmotor durch gleichzeitiges mechanisches Bearbeiten des Materials von aneinanderliegenden und aufeinandergerichteten Hohlkehlen von zylindrischen Kurbelzapfenlagern mit parallel zu der Drehachse der Kurbelwelle liegenden Mittelachsen, die umfaßt: Halterungen, Schwingarme, die Schwingarme und die Halterungen funktionsfähig verbindende Drehbolzen, erste und zweite Klemmklauensätze, wobei jeder Klauensatz eine untere Klaue und eine obere Klaue und einen Drehbolzen aufweist, der die untere Klaue und die obere Klaue drehbar aneinander befestigt, zusätzliche Drehbolzen zum Verbinden der unteren Klaue mit dem Schwingarm, wobei jeder der Klauensätze ein Paar von Klauen aufweist, die eine Werkzeughalterung zum Halten des Werkzeugs für die gleichzeitige Bearbeitung des Materials von aneinanderliegenden und aufeinandergerichteten Hohlkehlen der Kurbelzapfenlager durch Drehung der Kurbelwelle um die Drehachse aufweist, wodurch der den entsprechenden Klauensatz stützende Schwingarm auf dem Drehbolzen schwingt und in einem Winkel pendelt, während sich die Klauen jedes der Klauensätze um das entsprechende Kurbelzapfenlager herum bewegen.
2. Maschine zum Dauerverfestigen einer duktilen Eisenkurbelwelle für einen Verbrennungsmotor durch gleichzeitiges mechanisches Bearbeiten des Materials von aneinanderliegenden und aufeinandergerichteten Hohlkehlen von zylindrischen Kurbelzapfenlagern mit parallel zu der Drehachse der Kurbelwelle liegenden, zueinander versetzten Mittelachsen, die umfaßt: Halterungen, Schwingarme, die Schwingarme und die Halterungen funktionsfähig verbindende Drehbolzen, erste und zweite Klemmklauensätze, wobei jeder Klauensatz eine untere Klaue und eine obere Klaue und einen Drehbolzen aufweist, der die untere Klaue und die obere Klaue drehbar aneinander befestigt, zusätzliche Drehbolzen zum Verbinden der unteren Klaue mit dem Schwingarm, wobei jeder der Klauensätze ein Paar von Klauen aufweist, die eine Werkzeughalterung zum Halten des Werkzeugs für die gleichzeitige Bearbeitung des Materials von aneinanderliegenden und aufeinandergerichteten Hohlkehlen der Kurbelzapfenlager durch Drehung der Kurbelwelle um die Drehachse aufweist, wodurch sich der den entsprechenden Klauensatz stützende Schwingarm auf einem Bogen bewegt und sich die Klauen jedes der Klauensätze um das entsprechende Kurbelzapfenlager herum bewegen.
3. Maschine zum gleichzeitigen Bearbeiten von axial und winklig beabstandeten einzelnen ringförmigen Bereichen eines länglichen Werkstückes mit einer Drehachse, umfassend: einen Pendelwerkzeughalter, der aus ersten und zweiten Paaren von seitlich beabstandeten oberen und unteren Hebelarmen gebildet ist, wobei jeder dieser Hebelarme Vorder- und Anschlußendabschnitte aufweist, Drehbolzen, welche einen oberen Hebelarm und einen unteren Hebelarm jedes Paares von Hebelarmen zwischen dem Vorder- und Anschlußendabschnitt desselben drehbar verbindet, wobei die oberen und unteren Hebelarme jedes Paares von drehbar miteinander verbundenen Armen ein kraftaufnehmendes Ende in der Nähe seines Anschlußendabschnitts und kraftausübenden Klauen an seinem Vorderende aufweist, eine krafterzeugende Einrichtung, welche funktionsfähig mit den Anschlußendabschnitten jedes Paares von drehbar verbundenen Hebelarmen verbunden ist, und zum Öffnen und Schließen der kraftausübenden Klauen betätigbar ist, und mit den kraftausübenden Klauen verbundene Werkzeuge zum Bearbeiten des Materials der einzelnen



ringförmigen Bereiche des Werkstücks, während dieses Werkstück drehend um die Mittelachse angetrieben und die krafterzeugende Einrichtung betätigt wird, um auf das Werkzeug eine Arbeitslast aufzubringen, und zwar durch Beaufschlagen der Klauen mit der eine Schließkraft erzeugenden Einrichtung.

- 5 4. Maschine nach Anspruch 3, wobei die Maschine zum Tiefwalzen von Hohlkehlen von Kurbelzapfen einer Kurbelwelle für einen Verbrennungsmotor ausgelegt ist und wobei jeder Kurbelzapfen ringförmige Sitze mit Mittelpunkten aufweist, die winklig zueinander versetzt und die in radialer Richtung von der Drehachse der Kurbelwelle beabstandet sind.
- 10 5. Maschine nach Anspruch 3, welche weiter umfaßt eine Basis für diese Maschine und sich nach oben von dieser Basis erstreckende Stützeinrichtungen, weiter drehbar an diesen Stützeinrichtungen befestigte Schwingarme und Bolzenverbindungen, wobei jedes Paar Hebelarme drehbar miteinander verbunden ist, so daß die Paare von Armen pendeln können, wenn das Werkstück um die Drehachse gedreht wird.
- 15 6. Verfahren der Walzbehandlung von metallischen Hohlkehlen und Verbindungsflächen von aneinanderliegenden ringförmigen Lageroberflächen, die winklig zueinander versetzt sind und eine diese Bauteile miteinander verbindende Welle aufweisen, umfassend die Verfahrensschritte:  
Laden der Welle in eine Walzmaschine mit einem Paar von Armen, die um eine Drehachse parallel zu der Achse der Welle drehbar sind,  
20 Anordnen von Walzrädern an den Hohlkehlbereichen zwischen dem Schaft und den Bauteilen, Aufbringen einer Last auf diese Walzräder,  
Drehen der Welle relativ zu den Walzrädern, so daß die Räder die Hohlkehlbereiche berühren und die ringförmigen Bereiche walzen, deren Mittelachsen zueinander versetzt sind.
- 25 7. Verfahren des Festwalzens von seitlich beabstandeten und aufeinander zu gerichteten Hohlkehlen von Paaren einstückig ausgebildeter Kurbelzapfen einer Kurbelwelle für einen Verbrennungsmotor, die nebeneinander und in einer radial versetzten Lage zueinander angeordnet sind, umfassend die Verfahrensschritte:  
a. Anordnen der Kurbelwelle in der Maschine, und zwar mit einem Ende in einem Triebstock und mit dem anderen Ende in einem Reitstock der Maschine,  
30 b. Anordnen eines pendelnden Werkzeugs auf den Hohlkehlen des Kurbelzapfens mit daran angebrachten Walzen, die einen Druck auf die Hohlkehlen ausüben, der ausreichend ist, das Werkzeug in einer Startposition zu halten,  
c. Drehen der Kurbelwelle mit der Maschine und Aufbringen eines Walzdrucks eines vorbestimmten Wertes,  
35 d. Fortführen des Walzens der Hohlkehlen zum Erzeugen von Druckspannungen in dem Hohlkehlradius, um das Hohlkehlmetall zum Zwecke des Erhöehens der Dauerfestigkeit der Kurbelwelle zu bearbeiten.
- 40 8. Verfahren des Festwalzens von seitlich beabstandeten und aufeinander zu gerichteten Hohlkehlen von Paaren einstückig ausgebildeter Kurbelzapfen einer Kurbelwelle für einen Verbrennungsmotor, die nebeneinander und in einer winklig versetzten Lage zueinander angeordnet sind, umfassend die Verfahrensschritte:  
a. Anordnen der Kurbelwelle in der Maschine, und zwar mit dem Vorderende in einem Triebstock und mit dem Flanschende in einem Reitstock der Maschine,  
45 b. Anordnen eines pendelnden Werkzeugs auf den Hohlkehlen des Kurbelzapfens mit daran angebrachten Walzen, die einen Druck auf die Hohlkehlen ausüben, der ausreichend ist, das Werkzeug in einer Startposition zu halten,  
c. Zuführen von Schmiermittel zu der Kurbelwelle und den darauf befindlichen Hohlkehlen,  
d. Drehen der Kurbelwelle mit der Maschine und stufenweises Erhöhen des Walzdrucks bis zu einem vorbestimmten Wert, um die zu walzenden Hohlkehlen nicht einzukerben oder einzudrücken,  
50 e. Fortführen des Walzens der Hohlkehlen zum Erzeugen von Druckspannungen in dem Hohlkehlradius, um das Hohlkehlmetall zum Zwecke der Verbesserung der Dauerfestigkeit der Kurbelwelle zu bearbeiten.
- 55 9. Walzwerkzeug zum gleichzeitigen Walzen von angrenzenden ringförmigen Bearbeitungsstellen von winklig zueinander versetzten zylindrischen Teilen, umfassend erste und zweite Gehäuse, wobei jedes der Gehäuse einen Käfig an seinem unteren Ende aufweist, mit einer gehärteten Bearbeitungswalze, welche funktionsfähig in diesem Käfig angeordnet ist, um gleichzeitig die benachbarten ringförmigen Arbeitsbe-

reiche zu walzen und dauerzuverfestigen, mit einem Lageraufbau, welcher funktionsfähig zwischen den Gehäusen angeordnet ist und es den Gehäusen ermöglicht, sich auf im wesentlichen parallelen Ebenen und relativ zueinander zu drehen und die gegeneinander gerichtete Seitenlasten aufzunehmen, die aus dem gleichzeitigen Walzen der zueinander versetzten Bearbeitungsstellen resultieren.

5

10. Walzwerkzeug zum gleichzeitigen Walzen und Druckwalzen von angrenzenden ringförmigen Bearbeitungsstellen von nebeneinanderliegenden, winklig versetzten Zapfensitzen von Kurbelwellen, umfassend erste und zweite Gehäuse, wobei jedes der Gehäuse einen Käfig an seinem unteren Ende aufweist, mit einer gehärteten Bearbeitungswalze, welche funktionsfähig in diesem Käfig angeordnet ist und sich nach außen neigt, um körperlich in die Hohlkehlen einzugreifen, mit einem Lageraufbau, welcher funktionsfähig zwischen den Gehäusen angeordnet ist und es den Gehäusen ermöglicht, auf im wesentlichen parallelen Ebenen zu kreisen und sich relativ zueinander zu drehen und die gegeneinander gerichtete Seitenlasten aufzunehmen, die aus dem gleichzeitigen Walzen der winklig versetzten Hohlkehlen resultieren.

10

15

11. Walzwerkzeug nach Anspruch 10, bei dem der Lageraufbau gegeneinander gerichtete Querlasten aufnimmt, die aus dem Druckwalzen der versetzten Hohlkehlen resultieren.

20

25

30

35

40

45

50

55

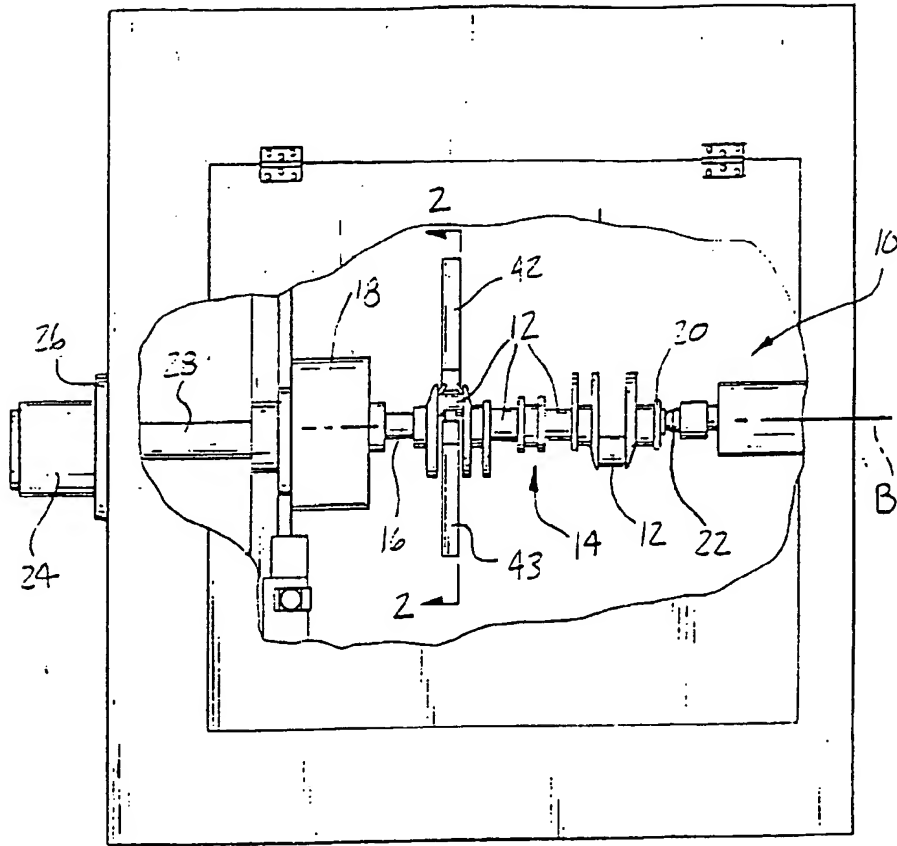


FIG - 1

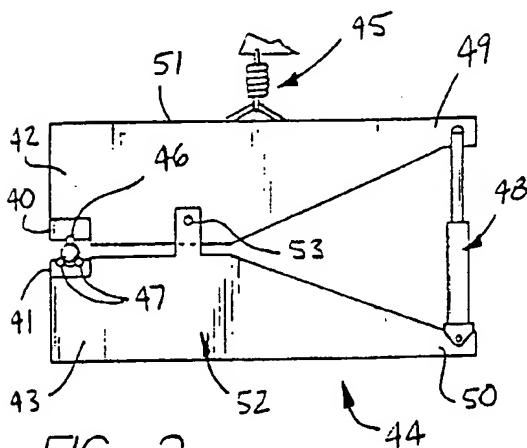


FIG - 2

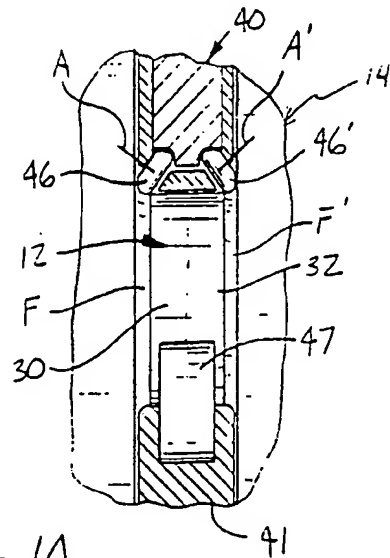
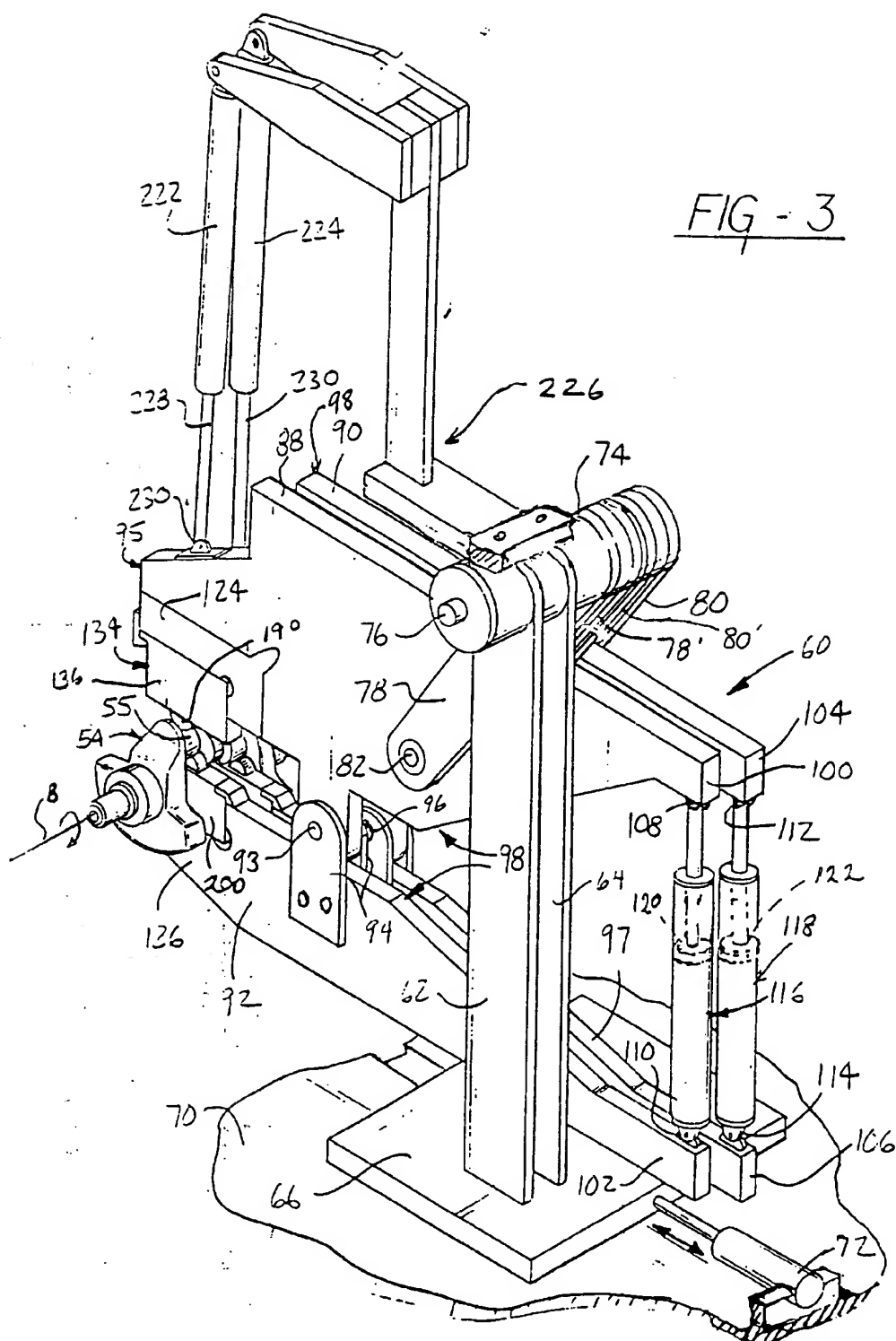
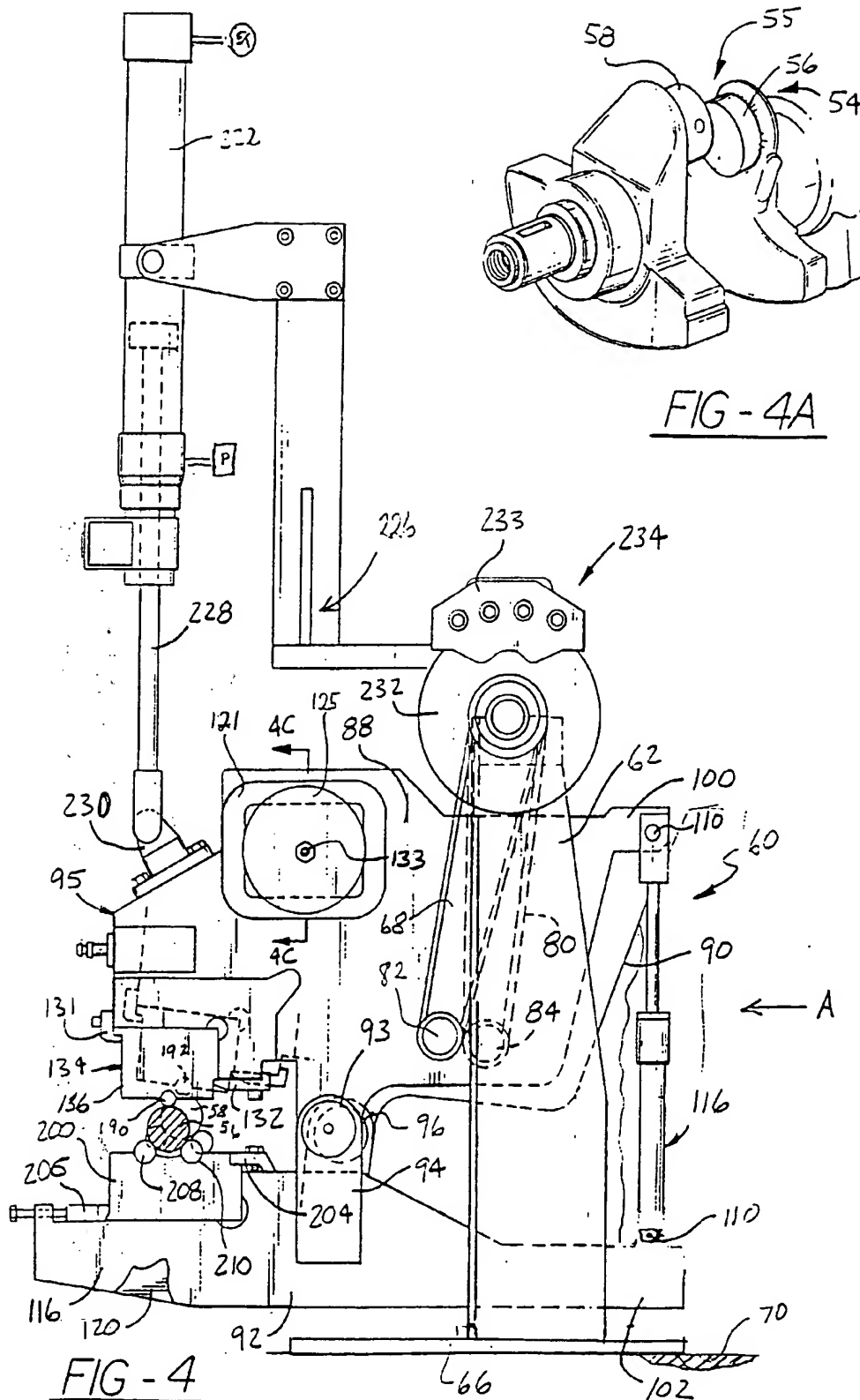
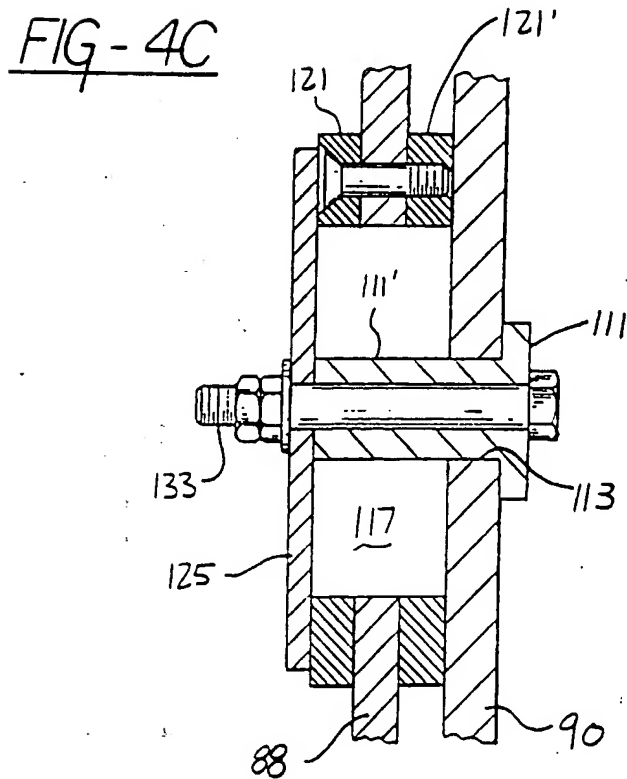
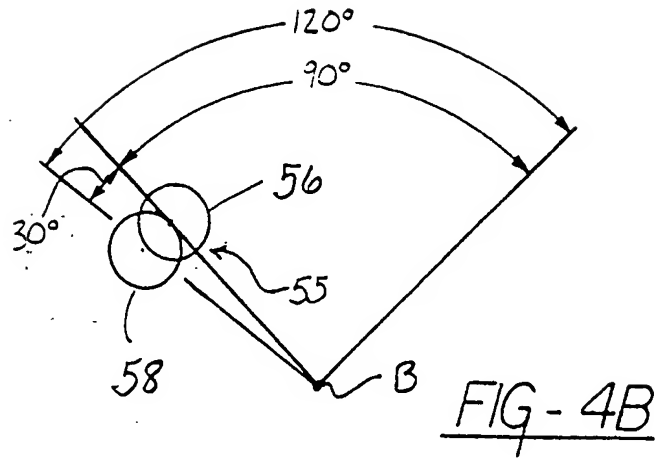


FIG - 1A







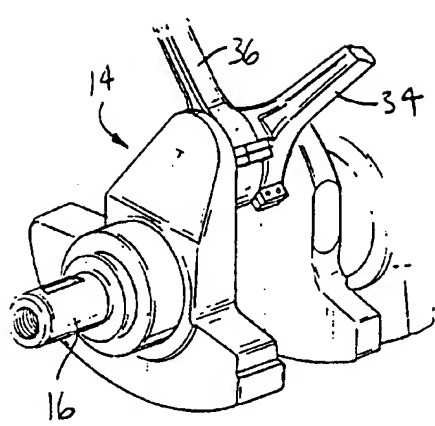


FIG-1B

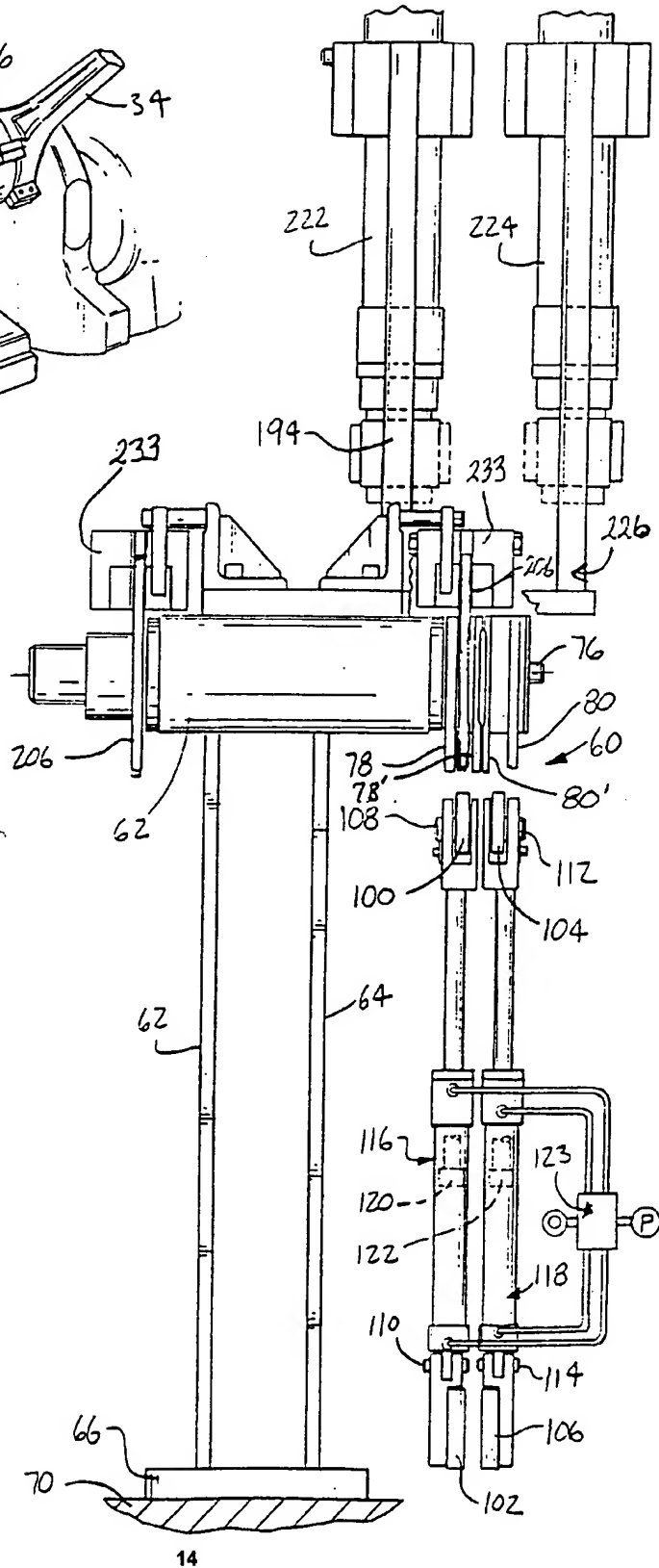
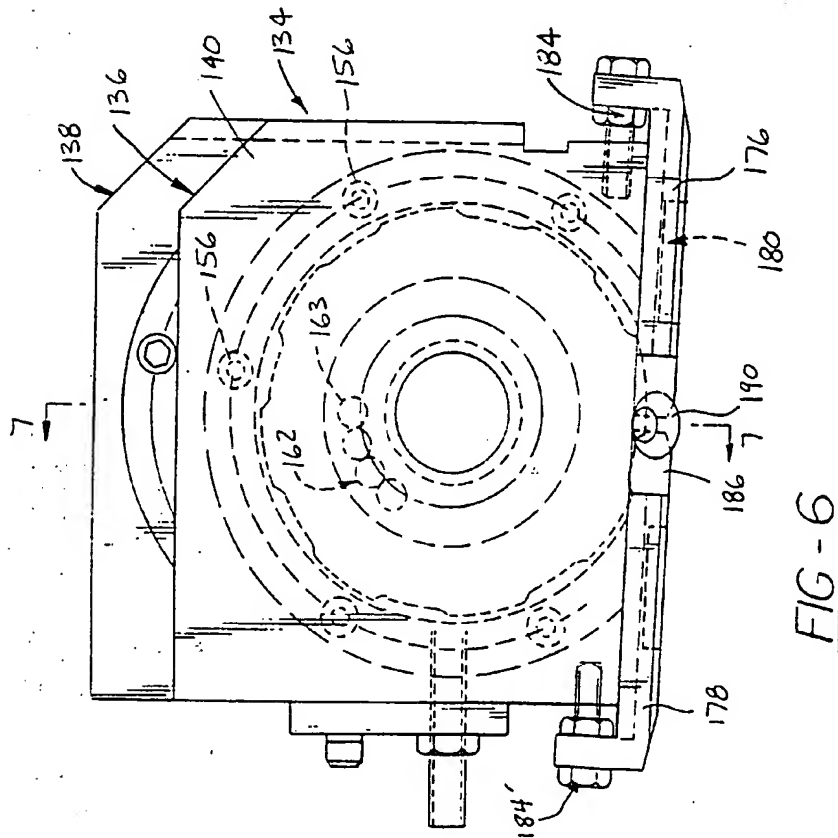
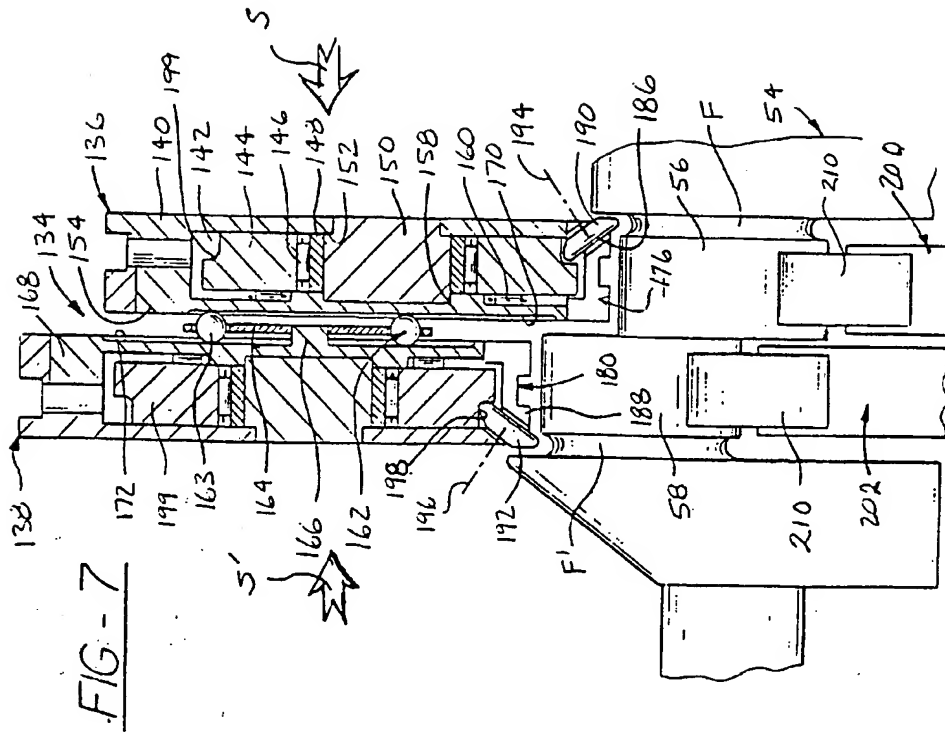
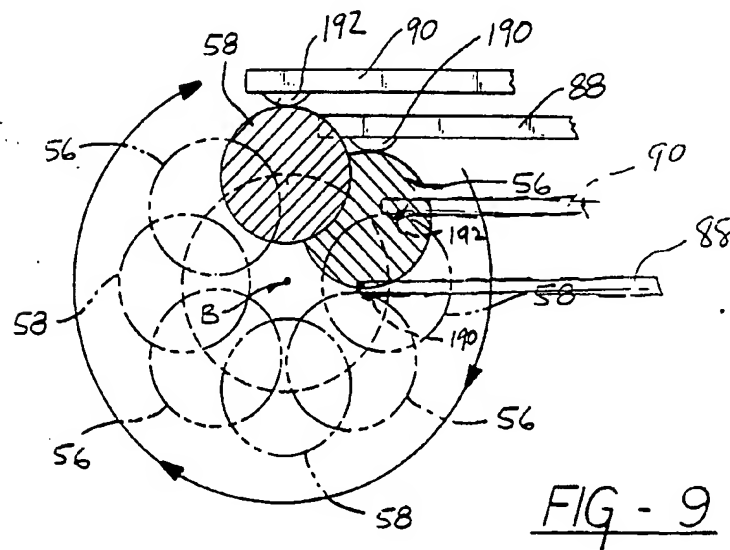
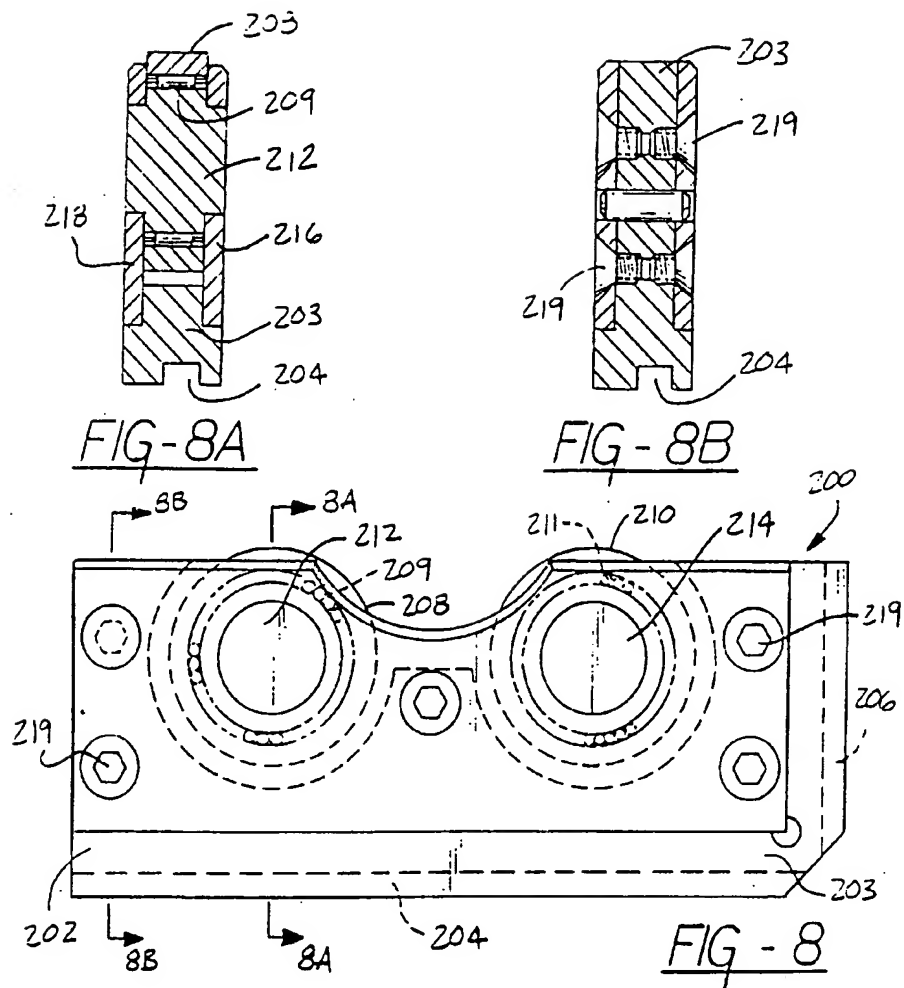


FIG-5









Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 95 10 0047

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,A	EP-A-0 461 293 (HEGENSCHEIDT GMBH WILHELM) 18.Dezember 1991 * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-3,6-10	B24B39/04 B24B5/42
A	EP-A-0 304 651 (DAIMLER BENZ AG) 1.März 1989 * Zusammenfassung; Abbildungen *	1-3,6-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			B24B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Rechercheur DEN HAAG		Abchlußdatum der Recherche 10.April 1995	Prüfer Eschbach, D
<p><b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b></p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : mchtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus andern Gründen angeführtes Dokument  A : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1500 (01.87) (P04C01)